

METHODE DE MELANGE ET DE DISTRIBUTION D'UNE PHASE LIQUIDE ET D'UNE PHASE GAZEUSE

La présente invention se rapporte à une méthode de mise en œuvre d'un dispositif dans lequel un mélange intime entre une phase gazeuse et une phase liquide d'une part et une distribution radiale sensiblement uniforme dudit mélange au sein dudit dispositif d'autre part sont recherchés.

La présente invention trouve de manière générale son application dans tous les procédés de traitement d'hydrocarbures mettant en œuvre une phase liquide et une phase gazeuse dans au moins une étape de séparation, de purification ou de transformation chimique comme par exemple les procédés d'élimination des polluants contenus dans les hydrocarbures tels que les procédés d'hydrodésulfuration, d'hydrodéazotation ou les procédés d'hydrogénation sélective, de lavage aux amines.

La présente invention trouve son application plus particulièrement dans le domaine du lavage de gaz acides issus de champ d'exploitation de gaz en mer ou sur terre ou présents au sein d'une raffinerie. Dans la suite de la présente description, le cas particulier du traitement des gaz acides est décrit. Bien entendu, cet exemple d'application ne restreint aucunement le champ d'application de la présente invention. En particulier, la présente méthode peut être utilisée dans tout type de procédé de purification de la phase gazeuse et/ou de la phase liquide dans lequel un mélange intime et une distribution uniforme des phases gazeuse et liquide sont nécessaires.

Dans les procédés de traitement de gaz, l'objectif est de maximiser les zones de contact entre le gaz à traiter et un liquide de lavage (de type solvant aqueux ou organique) ; il y a alors transfert de matière du gaz vers le liquide. En particulier, les composants acides du type H_2S , SO_2 , CO_2 , COS sont particulièrement visés. Ces composants peuvent réagir ou non dans la phase liquide, on parle alors respectivement d'absorption chimique ou physique. Le dimensionnement de la colonne à l'intérieur de laquelle se fait le traitement, communément appelée contacteur dans le domaine, est très généralement déterminée en fonction de l'aire de surface effective nécessaire à un transfert de matière efficace. De façon connue, cette aire est par ailleurs substantiellement augmentée grâce à l'utilisation de garnissages qui peuvent être du type vrac, structuré, monolithique ou mousse solide. Les garnissages sont alimentés en liquide ou en gaz par des systèmes de distribution ou encore plateaux distributeurs dont le principal objectif est d'assurer un arrosage le plus uniforme possible sur la surface du garnissage. Cependant, les dispositifs connus ne garantissent généralement pas un mélange intime entre les phases en présence.

En plus de la qualité d'arrosage, une seconde qualité recherchée est la souplesse de fonctionnement ; on cherche ainsi à avoir un système qui fonctionne avec la plus large gamme possible de débit liquide et/ou de gaz. Dans le cas de systèmes simples, cette gamme est généralement limitée pour le liquide par un rapport de débit volumique allant de 1 à 3, parfois jusqu'à 10 entre le débit minimum et le débit maximum possible. Une troisième qualité concerne la qualité du mélange entre les deux phases gaz et liquide.

La demande de brevet européen EP-A-1180393 ou son équivalent US 2002/0021991 propose un dispositif comprenant un compartiment liquide percé de cheminées pour le passage d'une phase gazeuse introduite en amont dans la colonne, cette disposition permettant d'obtenir une qualité adéquate du mélange et de contrôler le niveau liquide au sein du plateau distributeur.

La présente invention décrit un système dont la mise en œuvre permet une uniformité de la distribution, quelque soient les conditions d'utilisation, en particulier même lorsque la verticalité de la colonne de distribution n'est pas assurée, par exemple pour une utilisation sur plate-forme en mer. Le présent système fonctionne en outre sur une très large gamme de fonctionnement en débit liquide, c'est à dire un rapport de débit volumique allant de 1 à plus de 20, voire plus de 25. Enfin, au contraire de la majorité des dispositifs de l'art antérieur, il favorise un très bon contact entre les deux phases liquide et gazeuse, ce qui présente notamment l'avantage décisif de réduire le volume de garnissage situé en aval du plateau distributeur. De plus, la combinaison des deux précédents facteurs permettent une diminution de la taille de la colonne, ce qui se traduit par une baisse significative de son coût, en particulier pour les applications sur champ, généralement réalisées à forte pression.

Plus particulièrement, la présente invention se rapporte à une méthode de mélange et de distribution d'un gaz et d'un liquide dans une enceinte comprenant un moyen de distribution constitué par un compartiment rempli de liquide traversée par un courant gazeux.

Ladite méthode est caractérisée :

- en ce qu'on injecte soit à contre courant de gaz, soit à co-courant de gaz le liquide dans la ou les sections de passage du gaz à travers au moins deux orifices présents dans ledit compartiment, lesdits deux orifices étant placés sensiblement en vis-à-vis et
- en ce que le diamètre et le nombre des orifices et/ou la vitesse V du liquide en sortie de chacun des orifices et/ou la distance d entre deux points d'injection placés en vis-à-vis sont choisis de telle façon que le nombre de Froude Fr , défini par la relation :

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \times d}} \text{ dans laquelle } g \text{ est la constante de la gravité,}$$

soit supérieur à 0,5. De préférence, le nombre de Froude Fr est supérieur à 1.

Selon un premier mode de mise en œuvre de la présente méthode, le moyen de distribution est constitué par un compartiment rempli de liquide traversée par au moins une section de passage pour le gaz et dans laquelle la ou les sections de passage sont des conduites de section sensiblement rectangulaire.

Selon un autre mode de mise en œuvre de la présente méthode, le moyen de distribution est constitué par un compartiment rempli de liquide traversé par au moins une section de passage pour le gaz et dans laquelle la ou les sections de passage sont des cheminées de section sensiblement circulaire.

Selon la présente invention, le diamètre de la cheminée peut être tel que la vitesse liquide en bas de la cheminée est inférieure à $0,35\sqrt{g d_c}$, où d_c est le diamètre moyen d'une section de passage et g est l'accélération due au champ de la pesanteur. En général, le nombre d'orifices d'injection en vis-à-vis est compris entre 2 et 5.

Selon un mode alternatif de mise en œuvre de la présente méthode, le moyen de distribution est constitué par un compartiment liquide compris dans une section de passage continue du gaz dans ladite enceinte, ledit compartiment comprenant une partie centrale et des bras disposés de part et d'autre de ladite partie centrale et s'étendant vers la paroi de l'enceinte, des orifices d'injection du liquide étant ménagés sur les bras de telle manière qu'un orifice ait en vis-à-vis un autre orifice identique disposé sur un bras contigu.

En général, le nombre de points d'injection de la phase liquide est compris entre environ 10 et environ 1000 points par m^2 . Typiquement, la taille des orifices d'injection du liquide est comprise entre environ 1 et environ 20 mm. La distance d entre deux orifices d'injection du liquide placés en vis-à-vis peut être comprise entre environ 10 mm et environ 500 mm.

Le plateau de distribution est de préférence placé dans l'enceinte en amont d'un lit de particules solides catalytiques ou d'un lit de garnissage du type vrac, structuré, mousse, monolithique, dans le sens de circulation de la phase liquide.

L'invention concerne également l'application de la méthode précédemment décrite au traitement d'un gaz acide comprenant au moins l'un des composés suivant : H_2S , SO_2 , CO_2 , COS . La présente méthode peut en particulier être appliquée aux procédés mettant en œuvre au moins une phase liquide et au moins une phase gazeuse dans au moins une étape de séparation, de purification ou de transformation chimique.

Pour faciliter la compréhension de l'invention, les figures 1 à 5 donnent des exemples de réalisation non limitatifs d'un dispositif selon l'invention muni d'un interne de distribution placé par exemple en tête de la colonne, par exemple en amont d'un lit de garnissage ou d'un lit catalytique fixe pouvant fonctionner en écoulement liquide/gaz co-courant descendant. En particulier,

- la figure 1 se rapporte à la description d'une installation globale dans laquelle peut typiquement être mise en œuvre la présente invention,
- la figure 2 illustre un mode de réalisation possible d'une colonne munie d'un compartiment liquide traversé par des sections de passage pour le gaz,
- les figures 3 et 4 représentent chacune un mode de réalisation de la section de passage de la phase gazeuse au travers du compartiment liquide,
- les figures 5a et 5b montrent plus particulièrement la disposition des sections de passages respectives des phases gazeuse et liquide au sein du dispositif,
- la figure 6 illustre un autre mode de réalisation de l'invention dans lequel un compartiment liquide est disposé dans une section de passage continu du gaz au sein de la colonne.

La figure 1 schématise une colonne C dans laquelle peut être mis en œuvre le présent procédé. La phase gazeuse à traiter est introduite en tête de colonne par une ligne 1, en amont d'un système de distribution ou plateau distributeur 2 dans lequel une phase liquide est introduite et mélangée à la phase gazeuse. Le mélange biphasique ainsi formé est ensuite distribué radialement au sein de la colonne de manière uniforme vers un lit 6 contenant un garnissage d'un type donné (par exemple du type vrac, structuré, mousse métallique ou céramique, ou encore monolithe) dans lequel la séparation des gaz acides est effectuée. Le gaz propre est ensuite évacué au bas de la colonne par une ligne 3, la phase liquide pouvant être recyclée après passage dans un système connu de régénération 4 via le plateau distributeur 2, sous l'action d'un moyen de pompage 5 et de moyens de recirculation 13. Ce système de régénération a pour fonction l'élimination au moins partielle des composés acides extraits dans la phase liquide, selon des techniques bien connues de l'homme du métier.

Bien entendu, sans sortir du cadre de l'invention, dans le cas où une réaction chimique est envisagée, par exemple si on cherche à purifier ou à transformer la charge liquide initiale d'hydrocarbures au moyen d'un procédé classique d'hydrodésulfuration, d'hydrodéazotation, d'hydrogénation sélective etc., un lit de particules solides éventuellement catalytiques peut être disposé en aval du plateau distributeur à la place du lit de garnissage.

Les flux de gaz et de liquide peuvent en outre sans sortir du cadre de l'invention, être mises en contact à contre courant selon des conditions définies habituellement par le spécialiste du métier, en particulier de façon à ce que le liquide ne soit pas entraîné par le gaz.

La figure 2 illustre plus en détail la partie supérieure de la colonne C. Une phase gazeuse est injectée sensiblement suivant l'axe principal d'un réacteur par la conduite 1 dans une chambre gazeuse 9. Ledit gaz s'écoule ensuite grâce aux sections de passage 7 au travers du compartiment liquide 8 et est mélangé à la phase liquide, ledit mélange entrant finalement dans le lit de garnissage (ou le lit catalytique) 6 situé en aval du compartiment liquide, dans le sens de circulation des fluides. Lesdites sections de passage peuvent être des cheminées 100 tel qu'illustré par la figure 3 ou des conduites 101 de section sensiblement rectangulaire tel qu'illustré par la figure 4. Lesdites cheminées 100 ou lesdites conduites 101 comprennent en outre des perforations ou des orifices 10 permettant la sortie sous pression du liquide depuis le compartiment liquide 8 vers la section de passage du gaz 7. La phase gazeuse pénètre à travers les sections de passages 7 traversant le compartiment liquide 8. Les perforations ou orifices 10 permettent le passage du liquide sous pression du compartiment vers les sections de passage 7 et par suite le mélange des deux phases.

L'utilisation de conduites rectangulaires est particulièrement adaptée dans le cas d'une forte contrainte de perte de charge sur le gaz et permet en outre de minimiser les risques d'entraînement de liquide par le gaz dans le cas d'une mise en œuvre en contre courant de fluides. Dans cette configuration, la section de passage du gaz peut être sensiblement agrandie, pour un écartement entre les points d'injection du liquide et une taille des orifices d'injection du liquide 10 identiques, par rapport au mode de réalisation comprenant des cheminées cylindriques illustré par la figure 3. De plus, cette configuration est d'un montage plus aisé, le nombre ainsi que la longueur des soudures entre les deux plaques extrêmes délimitant l'enceinte et les pourtours supérieurs et inférieurs des cheminées ou conduites étant réduits.

Le compartiment liquide 8 est alimenté par l'injection de la phase liquide à travers au moins une ligne d'injection 11 sensiblement radialement par rapport à l'axe principal du réacteur. Ce compartiment liquide est maintenu en charge, c'est à dire continuellement rempli de liquide sous pression. Le maintien en charge du compartiment liquide pourra être effectué sans sortir du cadre de l'invention selon toute technique connue de l'homme du métier, en particulier par la présence sur la partie supérieure du compartiment liquide d'une vanne de purge non représentée sur la figure 2 et permettant l'évacuation d'une fraction de gaz contenue dans ledit compartiment.

Le compartiment liquide étant en permanence maintenu en charge la mise en œuvre de la présente invention permet d'éviter tout problème de niveau liquide fluctuant à l'amont des points d'injection du liquide. La dimension 12 de la section de passage 7 sera calculé de façon à ce qu'il n'y ait pas engorgement de la cheminée ou du conduit, par toute technique connue de l'homme du métier. Par exemple, lorsque les sections de passage comprennent des cheminées de section sensiblement circulaire, les conditions d'injection de la phase liquide sont optimisés pour que la vitesse liquide en bas de cheminée ne soit pas supérieure à $0,35\sqrt{g d_c}$, où d_c est le diamètre d'une cheminée et g est l'accélération due au champ de la pesanteur.

Enfin les cheminées 100 ou les conduites 101 pourront être avantageusement prolongés d'une distance variable en dessous du compartiment liquide 8 afin d'éviter qu'une partie du liquide se propage sous la face externe du compartiment et/ou afin de diminuer l'espace compris entre le point d'injection du mélange et l'entrée dans le lit.

Selon l'invention, les sections de passage 7 doivent être munies d'orifices 10 percés de part et d'autre de la cheminée ou de la conduite de telle sorte que chaque orifice ait en vis-à-vis au sein de ladite section un autre orifice identique placé à une distance d . Les figures 5a et 5b illustrent une vue en coupe de la disposition desdits orifices 10 dans les cas particuliers respectivement d'une cheminée cylindrique et d'une conduite rectangulaire.

La présente invention n'est cependant pas limitée aux deux modes de réalisation précédents comprenant au moins une section de passage de la phase gazeuse traversant un compartiment liquide. De manière générale, toute forme géométrique compatible avec la mise en œuvre de la présente méthode pourra être envisagée.

En particulier, selon un autre mode de réalisation de l'invention, il est possible d'appliquer la présente méthode dans une colonne comprenant un compartiment liquide compris dans une section de passage continue du gaz. Par compartiment liquide compris dans la section de passage continue du gaz, il est entendu au sens de la présente description que le passage du gaz au travers du dispositif de distribution est effectué de façon continue sur toute la surface de section de la colonne comprenant ledit compartiment et non pas de façon discrète par des cheminées ou des conduites, tel qu'illustré par les figures 2, 3 et 4.

La figure 6 illustre un tel exemple d'application. Le gaz traverse de façon continue sur toute la surface de section 16 de la colonne C un compartiment liquide 14 alimenté en phase liquide par des moyens 11 et comprenant une partie centrale 15 et des bras 13. Les bras 13 s'étendent vers la paroi de la colonne C et sont disposés de part et d'autre de ladite partie centrale 15. Deux bras 13 contigus du dispositif 14 sont séparés par un écartement 12. Selon l'invention, des orifices 10 sont ménagés sur les bras 13 de telle manière que les orifices 10 aient le plus souvent en vis-à-vis un autre orifice identique placé à une distance d égale à l'écartement 12 entre deux bras contigus.

Bien entendu, les bras étant de longueurs différentes de façon à couvrir une surface maximale de la section de la colonne cylindrique, il est évident que certains orifices placés aux extrémités des bras 13 pourront par construction ne pas avoir de vis-à-vis selon l'invention.

Par application de la présente méthode, il a été trouvé par le demandeur qu'il était possible d'améliorer sensiblement la qualité du mélange entre la phase gazeuse et la phase liquide ainsi que l'uniformité de la distribution radiale du mélange gaz/liquide, par exemple pour les plateaux distributeurs tels que précédemment décrits.

Plus particulièrement, il a été trouvé par le demandeur selon un premier aspect de l'invention que le diamètre des orifices en vis-à-vis, ainsi que leur nombre, peuvent avantageusement être ajustés par construction en fonction de la vitesse V du liquide à l'orifice et en fonction de la distance d entre deux orifices en vis-à-vis.

Selon un autre aspect de la présente invention, pour un diamètre et un nombre d'orifices donnés, il sera possible, par une application alternative de la présente méthode, d'ajuster la vitesse V du liquide à l'orifice.

Selon la présente méthode, le diamètre et le nombre des orifices et/ou la vitesse V du liquide à l'orifice et/ou la distance d entre deux points d'injection placés en vis-à-vis seront choisis de telle façon qu'il existe pour chaque orifice une condition sur un nombre de Froude, F_r , défini par la relation

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \times d}}$$

Il a été trouvé par le demandeur qu'il est possible d'améliorer sensiblement l'efficacité du mélange et de la distribution des phases liquide et gazeuse en sortie du plateau distributeur lorsque ce nombre de Froude est supérieur à 0,5, de préférence supérieur à 1 et de manière très préférée supérieur à 1,5. Par ailleurs afin d'éviter des pertes de charges trop importantes (c'est-à-dire par exemple supérieures à 2 ou 3 MPa), le nombre de Froude selon l'invention est de préférence inférieur à 200, de manière préférée inférieur à 150 et de manière très préférée inférieur à 100.

En pratique, la vitesse pourra par exemple être calculée par l'homme du métier en fonction de la pression de liquide existant dans le compartiment liquide ou du débit de liquide entrant dans le compartiment liquide par la ligne d'injection 11.

Quelque soit le mode de réalisation mis en œuvre, le nombre de points d'injection de la phase liquide sera par exemple compris entre environ 10 et environ 1000 points par m², de préférence entre environ 50 et 500 points par m² et de manière très préférée entre environ 100 à 400 points par m².

La taille des orifices d'injection du liquide est généralement comprise entre environ 1 et environ 20 mm, de préférence entre environ 1 et environ 10 mm.

La distance d entre deux orifices d'injection du liquide placés en vis-à-vis peut être comprise entre environ 10 mm et environ 500 mm, de préférence entre environ 20 mm et environ 200 mm.

Les exemples qui suivent sont fournis afin de montrer les avantages issus de l'application de la présente méthode mais ne doivent sous aucun des aspects décrits être considérés comme limitant l'étendue de la présente invention.

Des calculs ont été réalisés avec un code commercial de simulation numérique des écoulements FLUENT 6.0 ® au moyen de l'approche "volume of fluid" disponible sur ledit code, afin de représenter l'écoulement de liquide à travers deux orifices placés en vis-à-vis l'un de l'autre pour différentes valeurs du nombre de Froude. Les images de la figure 7 représentent les résultats obtenus pour quatre valeurs du nombre de Froude précédemment décrit à savoir, 0,16, 0,8, 1,6 et 4,8 respectivement pour les images a, b, c et d. Dans le cas

a, on observe que le liquide s'écoule le long de la paroi interne de la cheminée et une très faible interaction entre le gaz et le liquide. Dans le cas b, les jets de liquide issus des deux orifices se faisant face impactent l'un contre l'autre pour se fondre en un seul jet liquide qui s'écoule au centre de la cheminée. Dans les cas c et d, la vitesse d'impact entre les deux jets est suffisamment forte pour que ceux-ci éclatent en générant une nappe de liquide. Dans le cas d, l'impact est tellement violent que la nappe de liquide se désintègre elle-même en plusieurs filets et gouttes de liquide de sorte que la surface entre le gaz et le liquide est très fortement accrue.

Le graphe de la figure 8 a été obtenu en déterminant la surface de contact entre la phase gazeuse et la phase liquide, et en considérant que la surface obtenue dans le cas du plus faible nombre de Froude ($Fr=0,08$) est la surface de contact de référence. L'ordonnée du graphe de la figure 8, appelée rapport de surface, correspond donc au rapport entre la valeur de la surface de contact correspondant au nombre de Froude indiqué en abscisse et la surface de contact de référence. La courbe représentée sur ce graphe montre une très forte influence du nombre de Froude sur ce rapport et donc sur la surface de contact entre le gaz et le liquide. Ainsi, en dessous d'une valeur du nombre de Froude de 0,5, la surface de contact est faible et peu affectée par la valeur du nombre de Froude. Au dessus de 0,5, voire de 1 ou 1,5 cette surface augmente rapidement avec le nombre de Froude, et pour un nombre de Froude de 5, celle-ci est près de 15 fois supérieure à la valeur de référence.

Les procédés de séparation, de purification ou de transformation chimique peuvent donc être substantiellement améliorés au moyen de la méthode de mélange et de distribution selon l'invention qui permet une meilleure distribution des deux phases.

Par exemple, le respect d'une valeur limite du nombre de Froude pour chaque orifice lors du dimensionnement du plateau distributeur permettra de garantir un bon contact entre le gaz et le liquide même pour la valeur minimale de débit liquide envisagée pour alimenter celui-ci.

REVENDICATIONS

1. Méthode de mélange et de distribution d'un gaz et d'un liquide dans une enceinte comprenant un moyen de distribution constitué par un compartiment rempli de liquide traversée par un courant gazeux ladite méthode étant caractérisée

- en ce qu'on injecte soit à contre courant de gaz, soit à co-courant de gaz le liquide dans la ou les sections de passage du gaz à travers au moins deux orifices présents dans ledit compartiment, lesdits deux orifices étant placés sensiblement en vis-à-vis et

- en ce que le diamètre et le nombre des orifices et/ou la vitesse V du liquide en sortie de chacun des orifices et/ou la distance d entre deux points d'injection placés en vis-à-vis sont choisis de telle façon que le nombre de Froude Fr , défini par la relation :

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \times d}} \text{ dans laquelle } g \text{ est la constante de la gravité,}$$

soit supérieur à 0,5.

2. Méthode selon la revendication 1 dans laquelle le nombre de Froude Fr est supérieur à 1.

3. Méthode selon l'une des revendications 1 ou 2 dans laquelle le moyen de distribution est constitué par un compartiment rempli de liquide traversée par au moins une section de passage pour le gaz et dans laquelle la ou les sections de passage sont des conduites de section sensiblement rectangulaire.

4. Méthode selon l'une des revendications 1 ou 2 dans laquelle le moyen de distribution est constitué par un compartiment rempli de liquide traversé par au moins une section de passage pour le gaz et dans laquelle la ou les sections de passage sont des cheminées de section sensiblement circulaire.

5. Méthode selon la revendication 4 dans laquelle le diamètre de la cheminée est tel que la vitesse du liquide en bas de la cheminée est inférieure à $0,35\sqrt{g d_c}$, où d_c est le diamètre moyen d'une section de passage et g est l'accélération due au champ de la pesanteur.

6. Méthode selon la revendication 4 ou 5 dans laquelle le nombre d'orifices d'injection en vis-à-vis est compris entre 2 et 5.

7. Méthode selon l'une des revendications 1 ou 2 dans laquelle le moyen de distribution est constitué par un compartiment liquide compris dans une section de passage continue du gaz dans ladite enceinte, ledit compartiment comprenant une partie centrale et des bras disposés de part et d'autre de ladite partie centrale et s'étendant vers la paroi de l'enceinte, des orifices d'injection du liquide étant ménagés sur les bras de telle manière qu'un orifice ait en vis-à-vis un autre orifice identique disposé sur un bras contigu.
8. Méthode selon l'une quelconque des revendications précédentes dans laquelle le nombre de points d'injection de la phase liquide est compris entre environ 10 et environ 1000 points par m²
9. Méthode selon l'une quelconque des revendications précédentes dans laquelle la taille des orifices d'injection du liquide est comprise entre environ 1 et environ 20 mm.
10. Méthode selon l'une quelconque des revendications précédentes dans laquelle la distance d entre deux orifices d'injection du liquide placés en vis-à-vis peut être comprise entre environ 10 mm et environ 500 mm.
11. Méthode selon l'une des revendications 1 à 10 dans laquelle le plateau de distribution est placé dans l'enceinte en amont d'un lit de particules solides catalytiques ou d'un lit de garnissage du type vrac, structuré, mousse, monolithique, dans le sens de circulation de la phase liquide.
12. Application de la méthode selon l'une des revendications précédentes au traitement d'un gaz acides comprenant au moins l'un des composés suivant : H₂S, SO₂, CO₂, COS.
13. Application de la méthode selon l'une des revendications précédentes aux procédés mettant en œuvre au moins une phase liquide et au moins une phase gazeuse dans au moins une étape de séparation, de purification ou de transformation chimique.

1/4

FIG.1

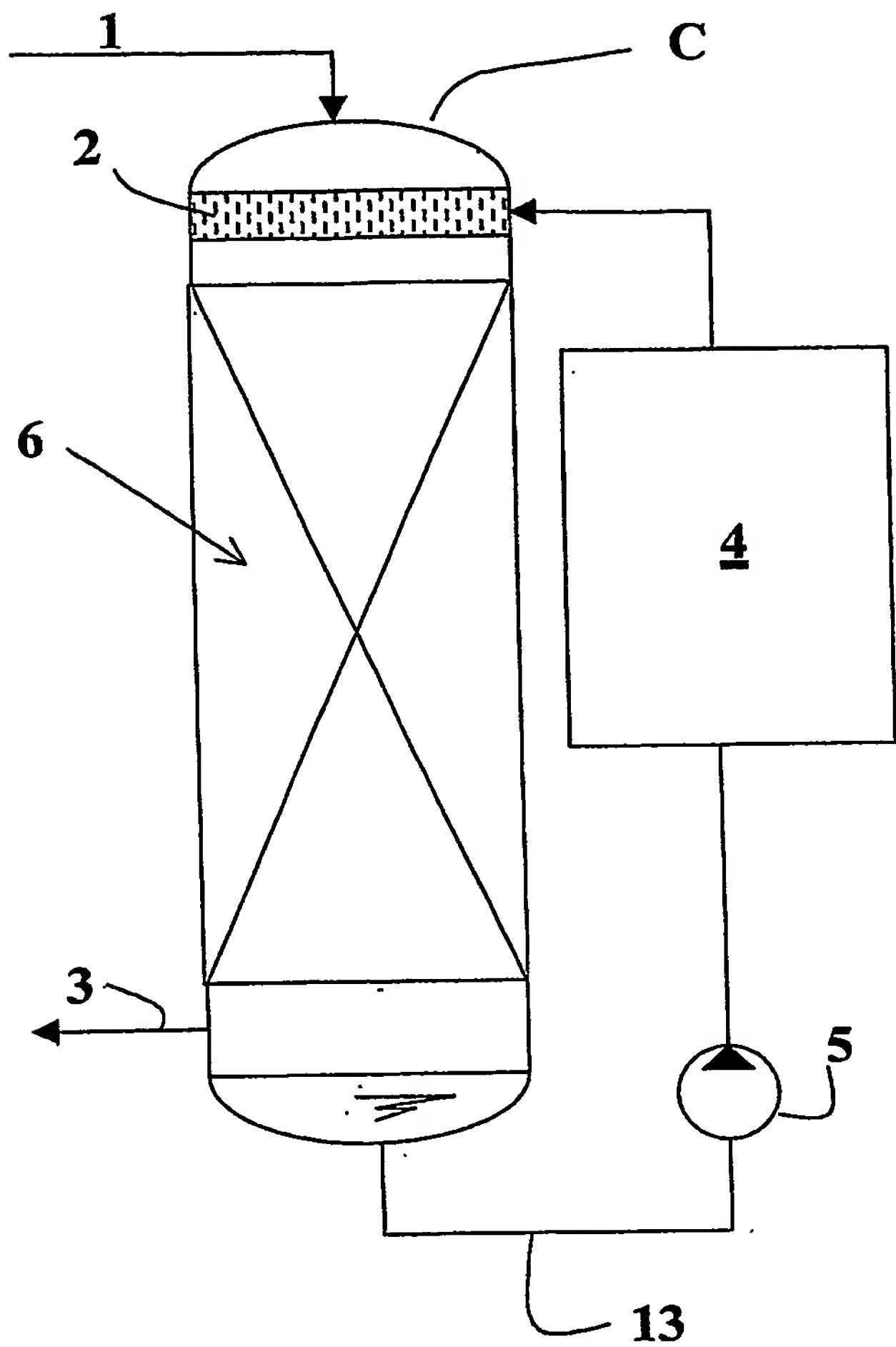


FIG.2

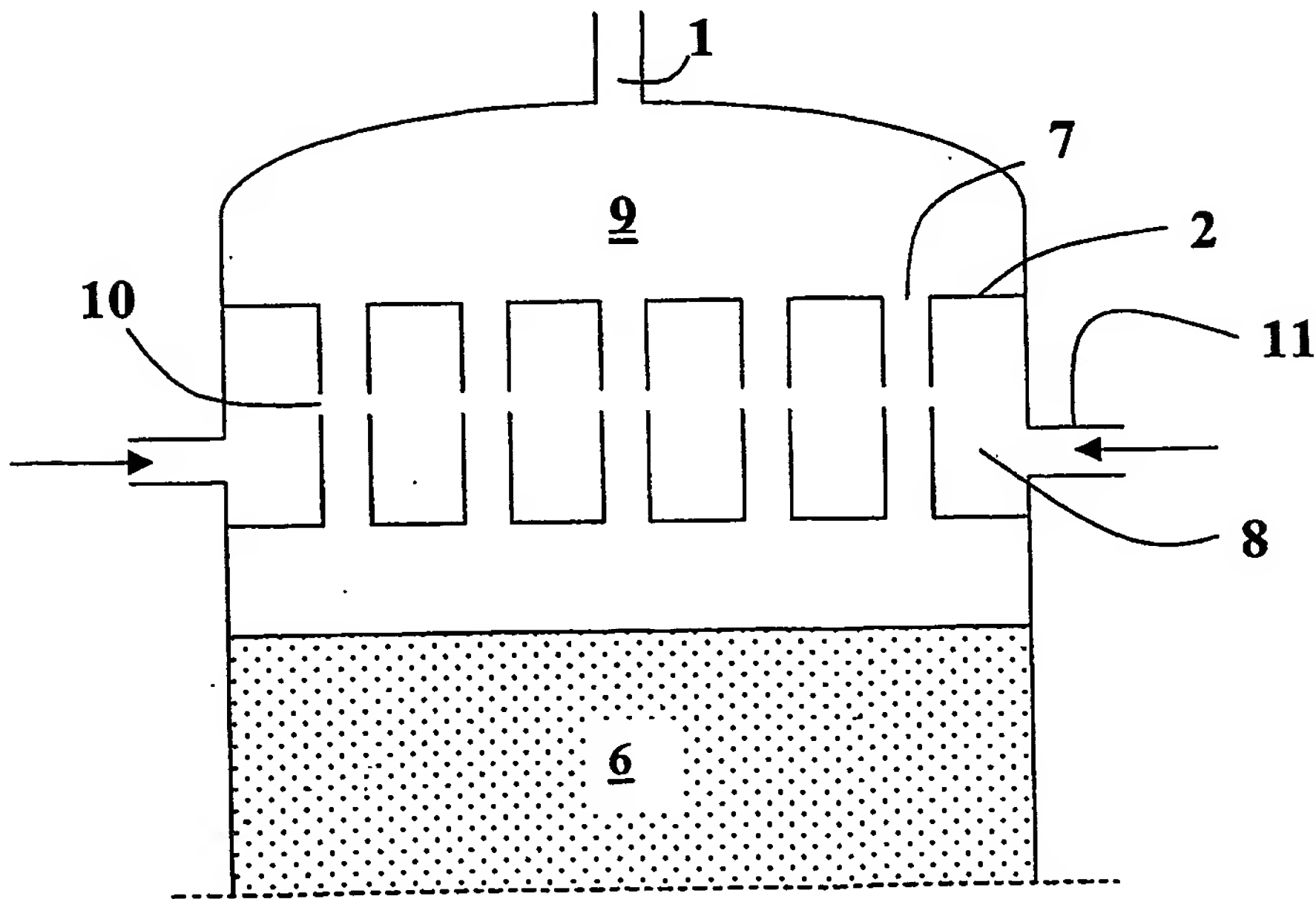


FIG.3

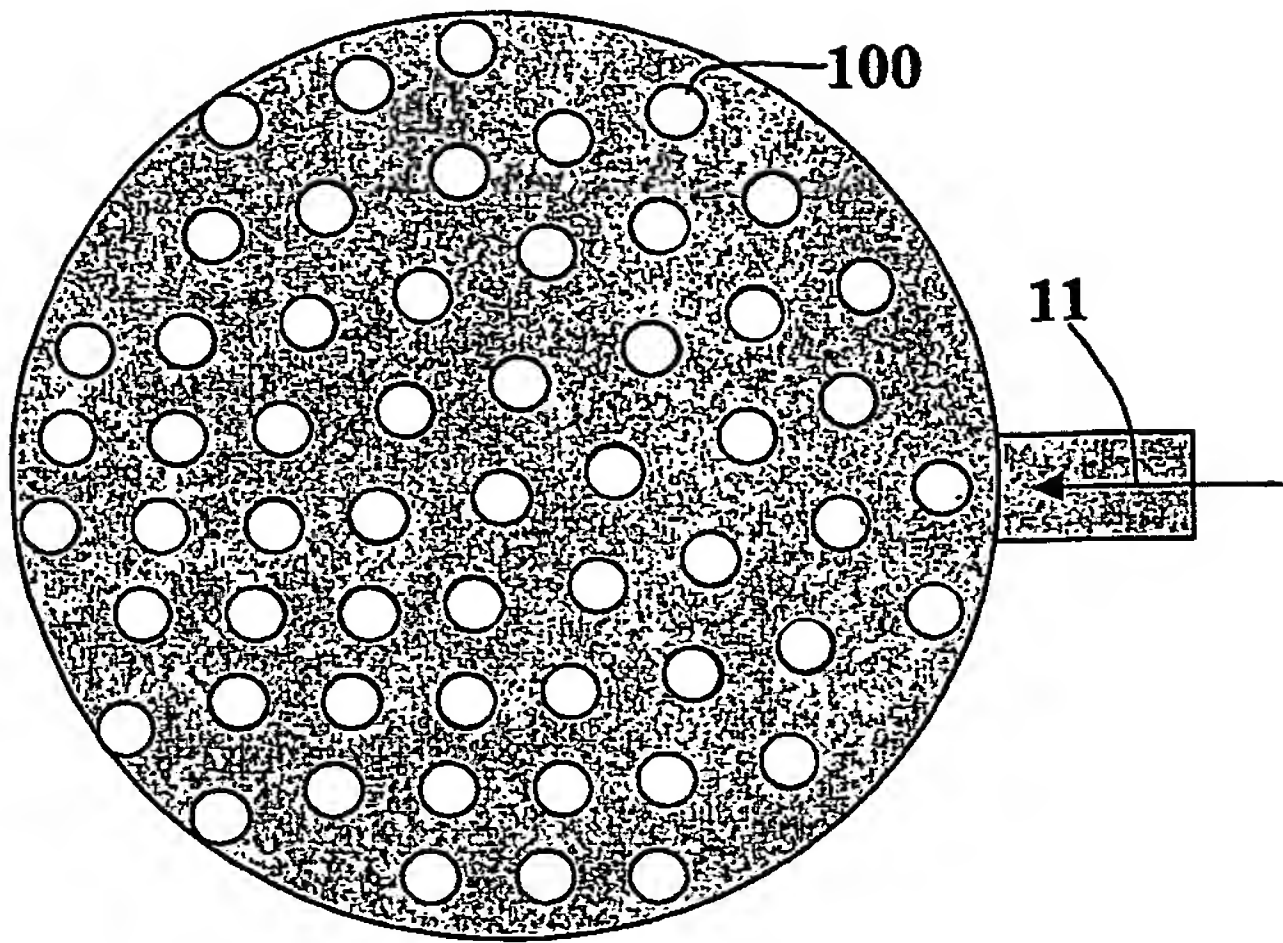


FIG.4

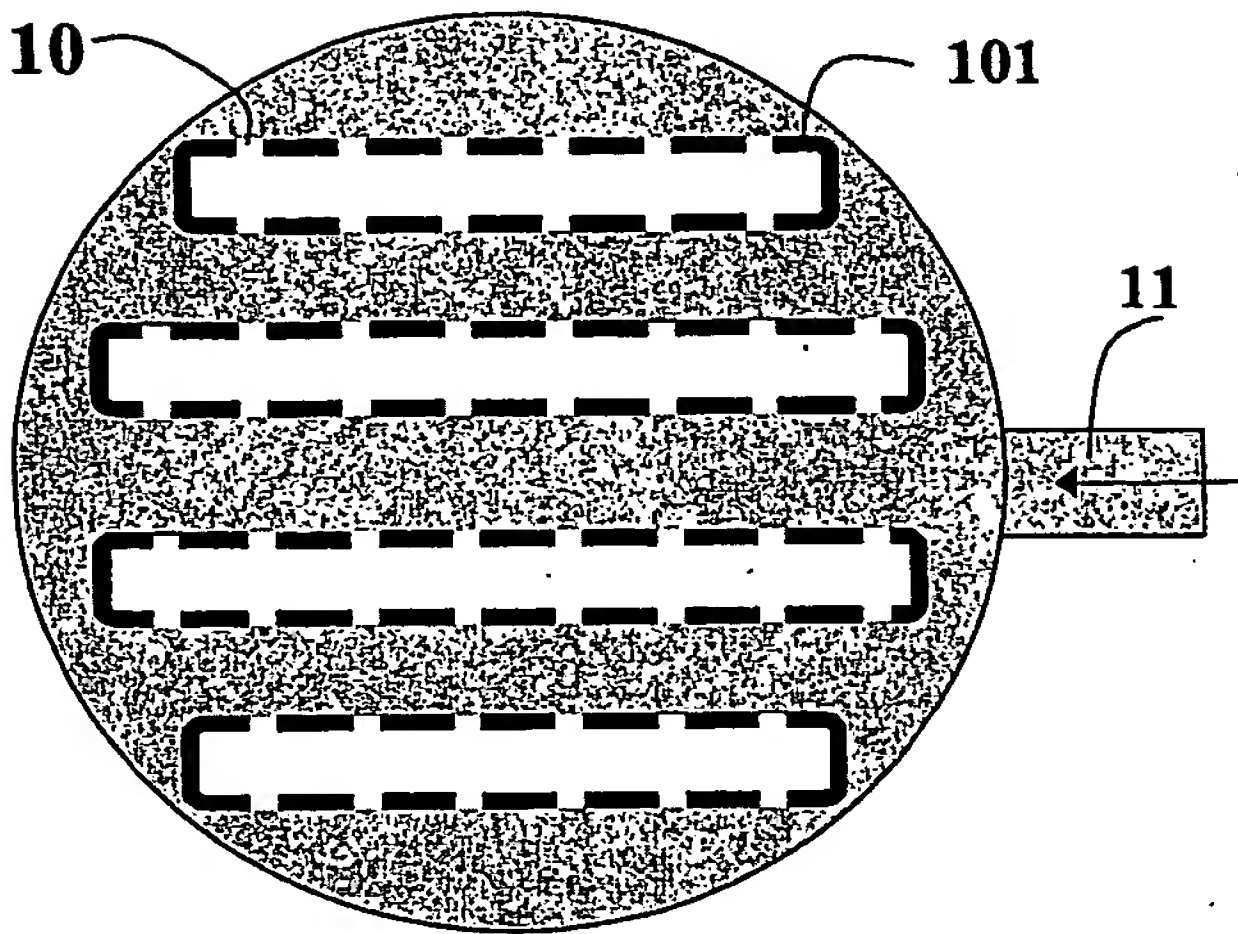


FIG. 6

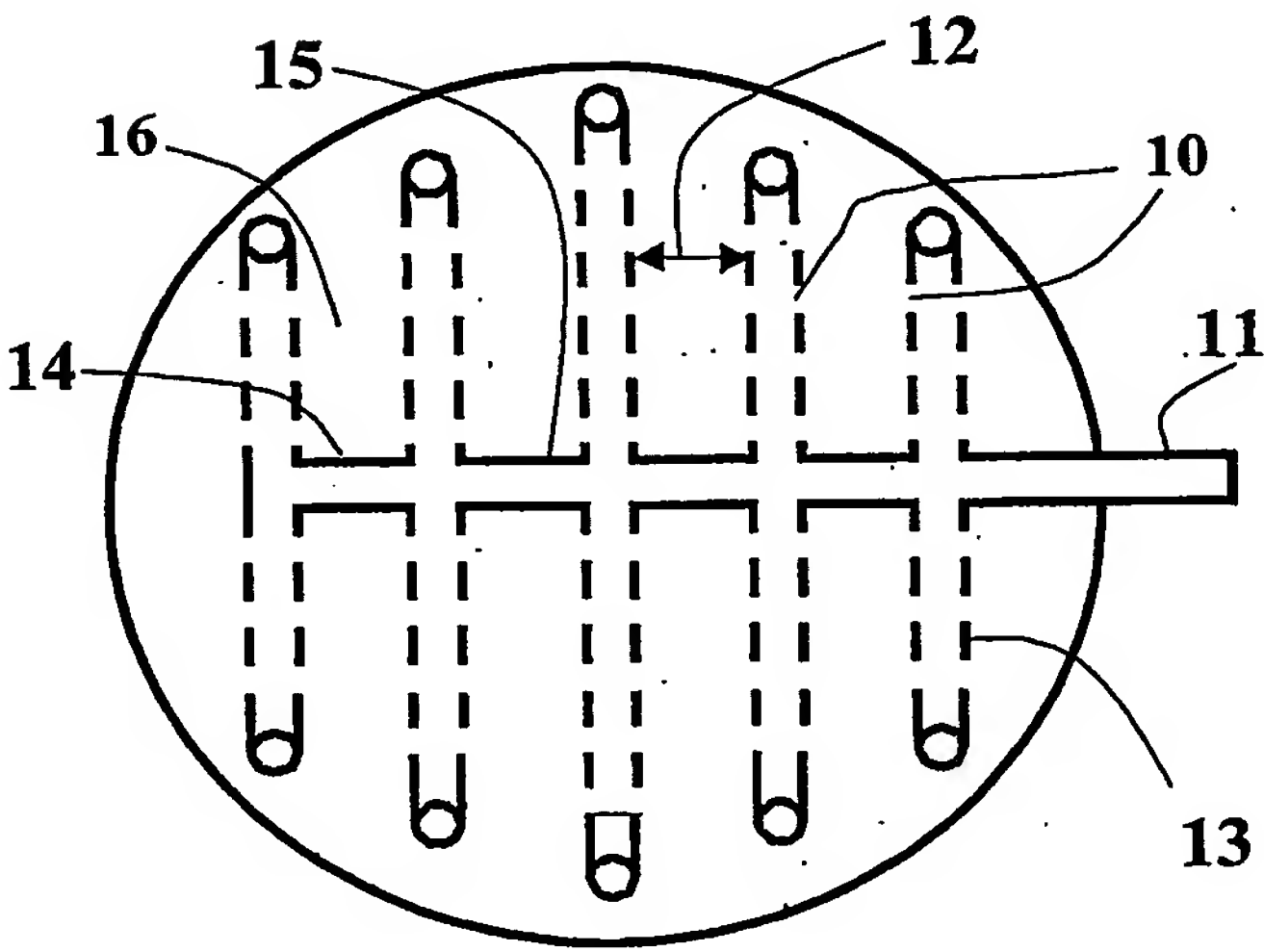


FIG. 5A

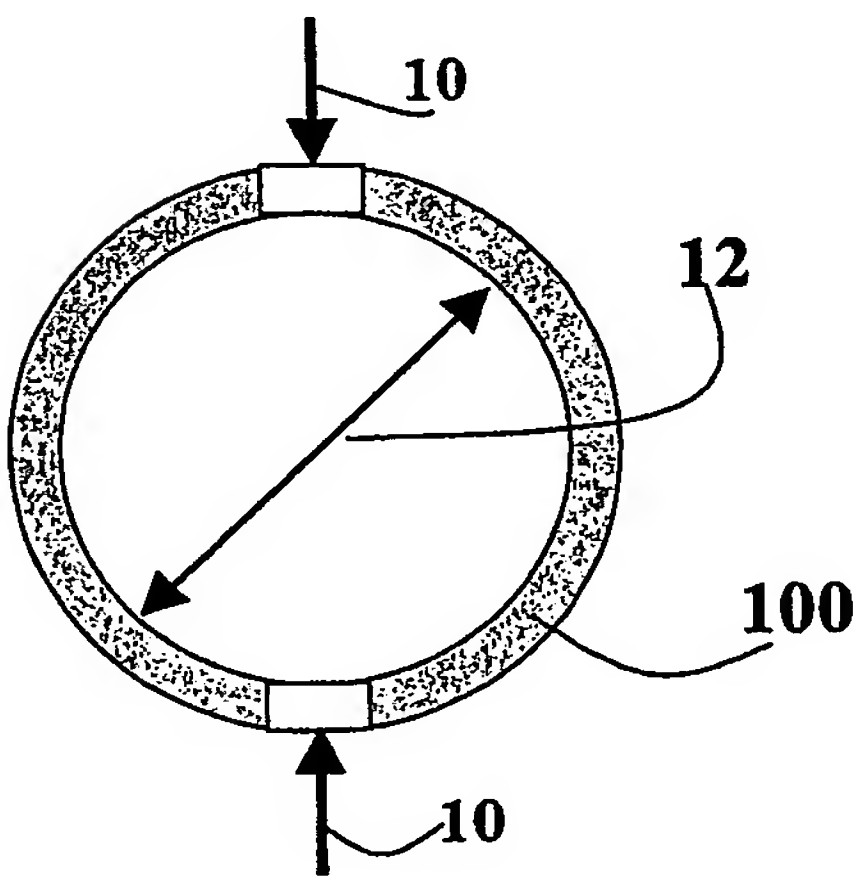


FIG. 5B

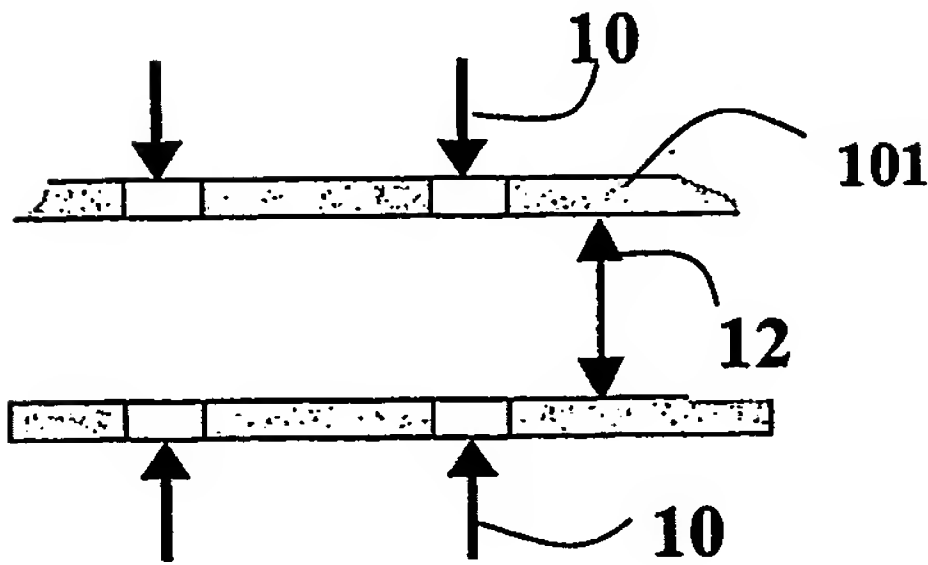


FIG.7A

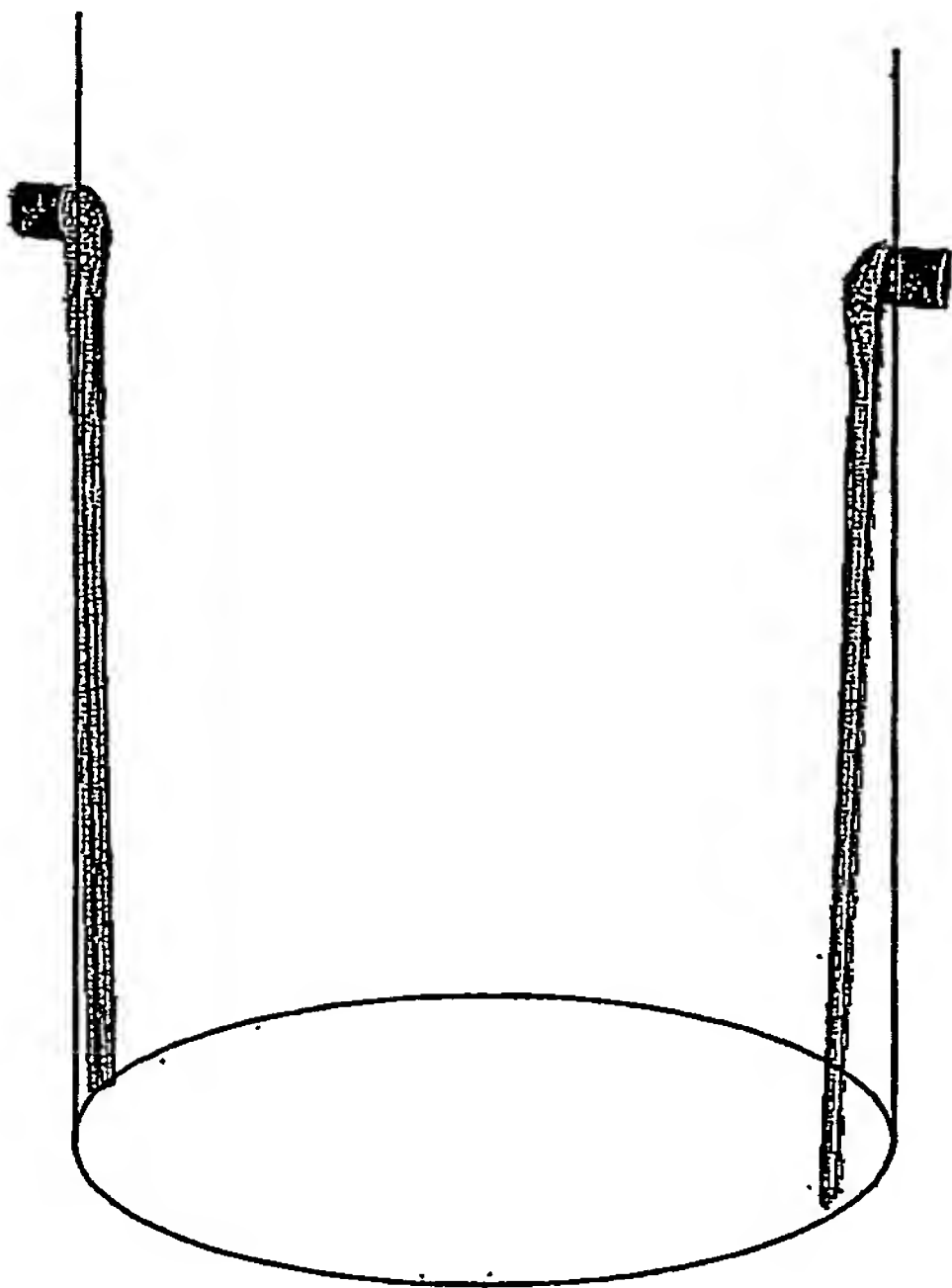


FIG.7B

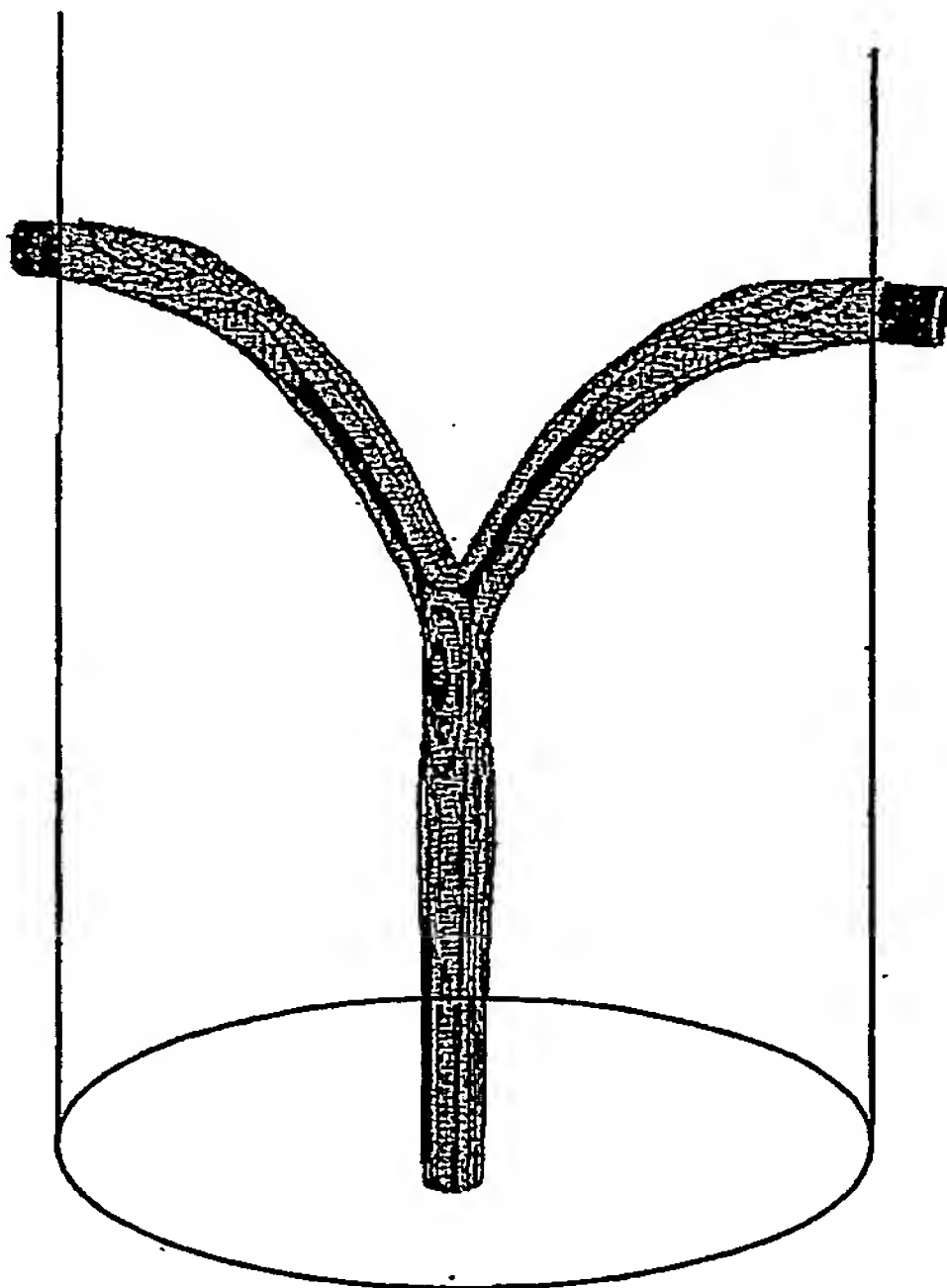


FIG.7C

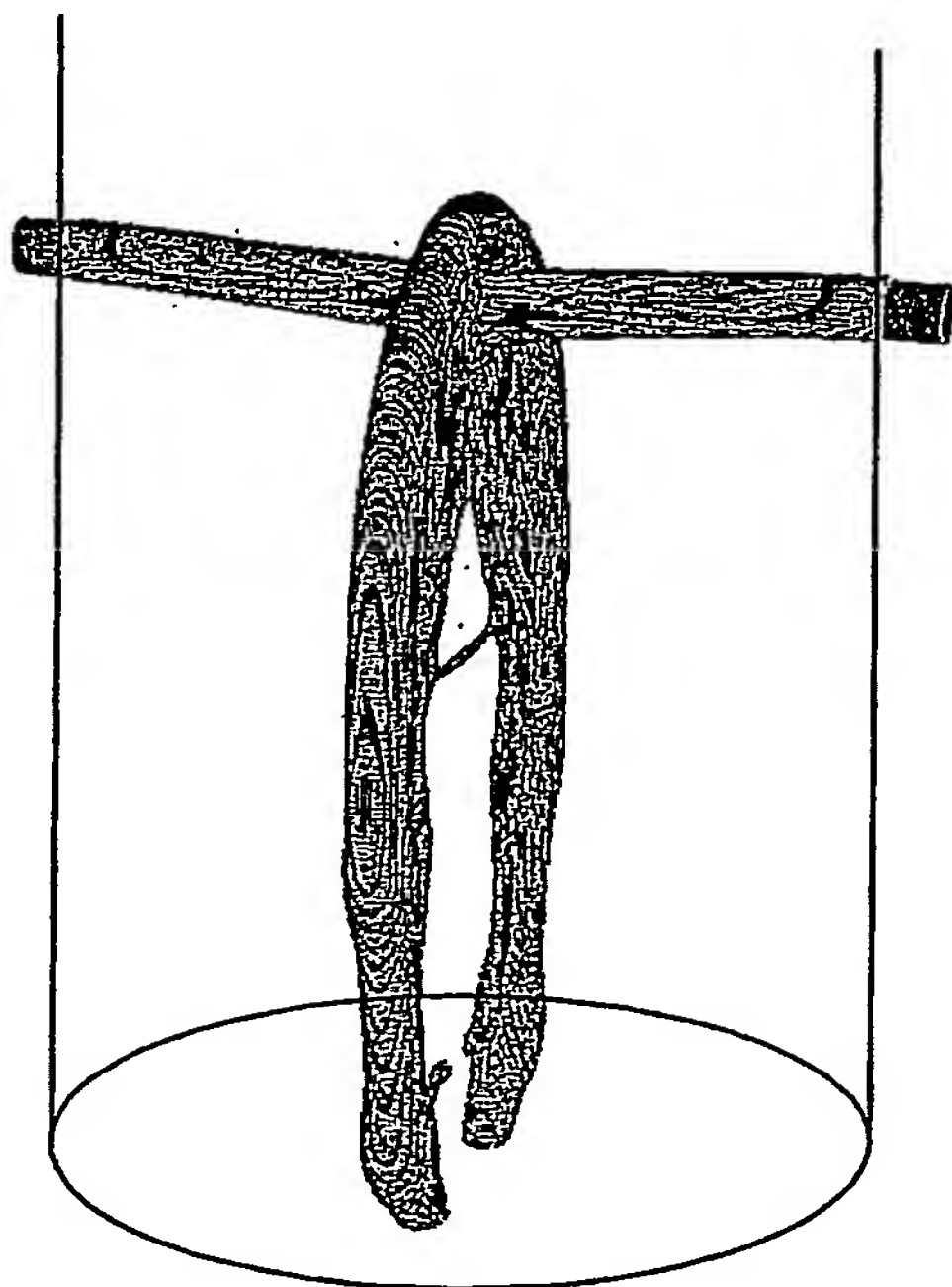


FIG. 7D

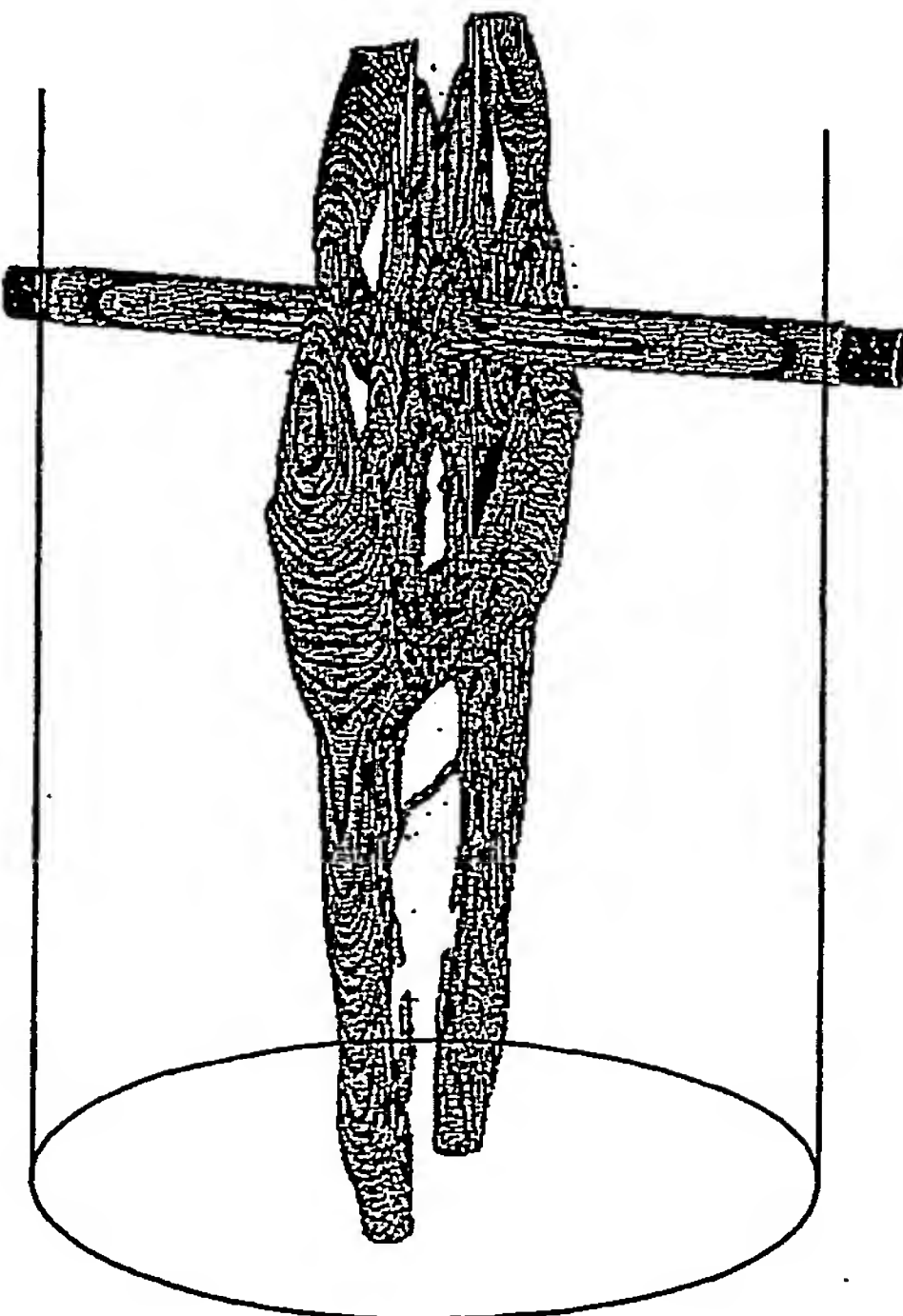
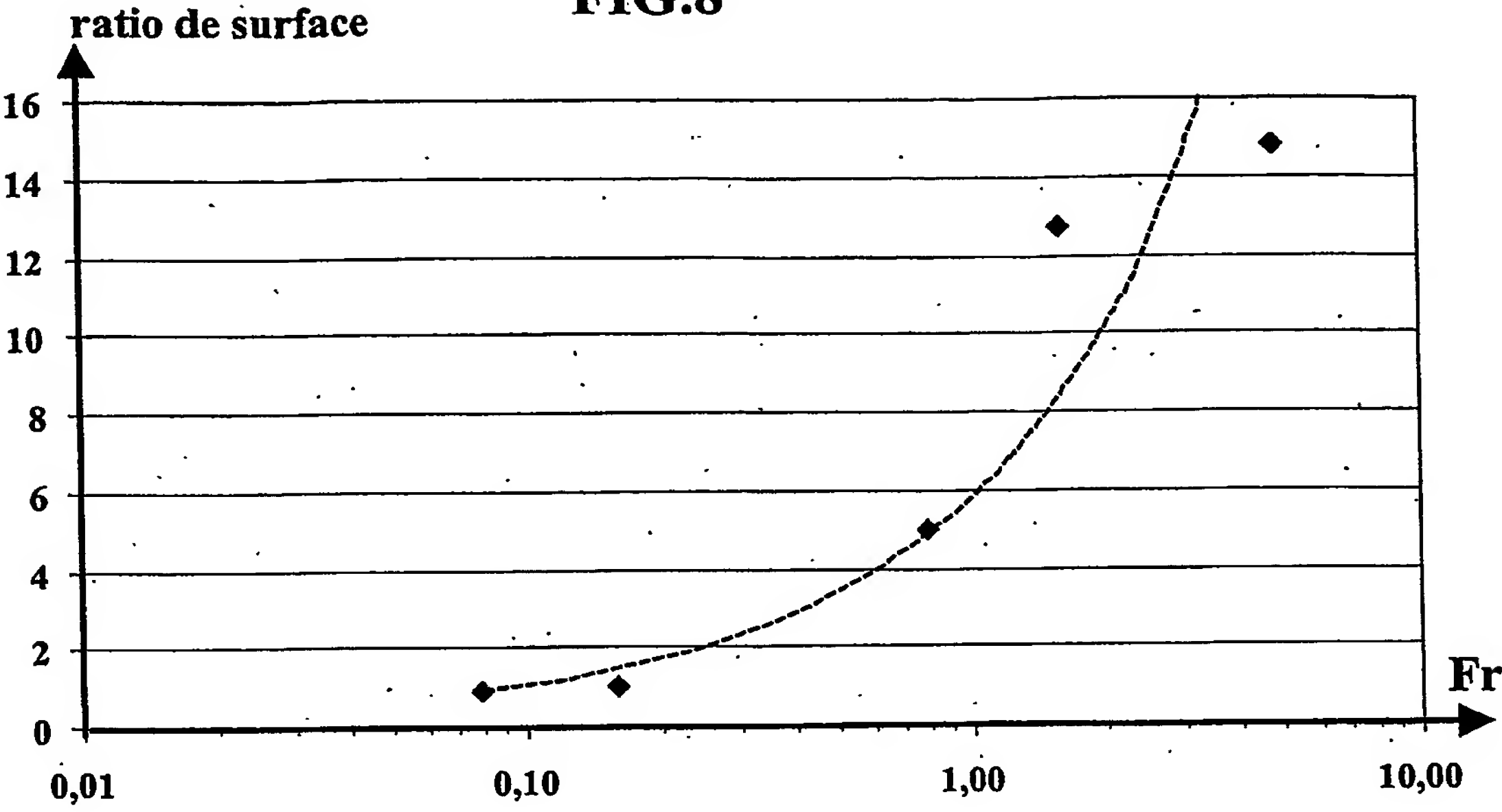


FIG.8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR2004/002807

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B01J8/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B01D B01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 12 82 609 B (GEBR. SULZER A.G.) 14 November 1968 (1968-11-14) column 4, line 30 - line 35; figures -----	1,12,13
A	WO 99/24148 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 20 May 1999 (1999-05-20) abstract; figures 6a,6b,6c,6d,6e page 36 - page 38 -----	1
A	DE 196 51 074 A (ABB RESEARCH LTD) 10 June 1998 (1998-06-10) abstract; figures column 2, line 46 - line 65 ----- -/--	1

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 April 2005

Date of mailing of the International search report

13/04/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lapeyrere, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR2004/002807

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 331 928 A (ICI LTD; ROBERT BERTRAM FISHER FRANK CL) 14 July 1930 (1930-07-14) page 2, line 49 - line 63 page 2, line 70 - line 72 page 2, line 84 - line 86 -----	1
A	GR 1 003 899 B (A E MANOUSAKIS KAI SIA O E; EMISSIONS REDUZIERUNGS CONCEPT) 28 May 2002 (2002-05-28) the whole document -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/002807

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 1282609	B	FR 1368633 A NL 285025 A	31-07-1964
WO 9924148	A	20-05-1999	
		CN 1116913 C	06-08-2003
		EP 1366795 A2	03-12-2003
		EP 1366796 A2	03-12-2003
		EP 1366797 A2	03-12-2003
		EP 1366798 A2	03-12-2003
		EP 1366799 A2	03-12-2003
		EP 0951336 A1	27-10-1999
		HK 1022657 A1	28-11-2003
		ID 22341 A	30-09-1999
		WO 9924148 A1	20-05-1999
		JP 2003001055 A	07-01-2003
		JP 2003001044 A	07-01-2003
		JP 2003019419 A	21-01-2003
		JP 2003001056 A	07-01-2003
		JP 2003001045 A	07-01-2003
		PL 334704 A1	13-03-2000
		TR 9901599 T1	21-02-2000
		TW 438619 B	07-06-2001
		US 6138378 A	31-10-2000
DE 19651074	A	10-06-1998	
		DE 19651074 A1	10-06-1998
GB 331928	A	14-07-1930	NONE
GR 1003899	B	28-05-2002	
		GR 1003899 B1	28-05-2002
		EP 1233235 A2	21-08-2002
		US 2003027089 A1	06-02-2003

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR2004/002807

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 B01J8/02

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 B01D B01J

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	DE 12 82 609 B (GEBR. SULZER A.G.) 14 novembre 1968 (1968-11-14) colonne 4, ligne 30 - ligne 35; figures -----	1, 12, 13
A	WO 99/24148 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 20 mai 1999 (1999-05-20) abrégé; figures 6a, 6b, 6c, 6d, 6e page 36 - page 38 -----	1
A	DE 196 51 074 A (ABB RESEARCH LTD) 10 juin 1998 (1998-06-10) abrégé; figures colonne 2, ligne 46 - ligne 65 -----	1
-/--		

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *&* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

6 avril 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

13/04/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Lapeyrere, J

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No
PCT/FR2004/002807

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>GB 331 928 A (ICI LTD; ROBERT BERTRAM FISHER FRANK CL) 14 juillet 1930 (1930-07-14) page 2, ligne 49 - ligne 63 page 2, ligne 70 - ligne 72 page 2, ligne 84 - ligne 86</p> <p>-----</p>	1
A	<p>GR 1 003 899 B (A E MANOUSAKIS KAI SIA O E; EMISSIONS REDUZIERUNGS CONCEPT) 28 mai 2002 (2002-05-28) le document en entier</p> <p>-----</p>	1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

De  de Internationale No

PCT/FR2004/002807

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 1282609	B		FR 1368633 A NL 285025 A	31-07-1964
WO 9924148	A	20-05-1999	CN 1116913 C EP 1366795 A2 EP 1366796 A2 EP 1366797 A2 EP 1366798 A2 EP 1366799 A2 EP 0951336 A1 HK 1022657 A1 ID 22341 A WO 9924148 A1 JP 2003001055 A JP 2003001044 A JP 2003019419 A JP 2003001056 A JP 2003001045 A PL 334704 A1 TR 9901599 T1 TW 438619 B US 6138378 A	06-08-2003 03-12-2003 03-12-2003 03-12-2003 03-12-2003 03-12-2003 27-10-1999 28-11-2003 30-09-1999 20-05-1999 07-01-2003 07-01-2003 21-01-2003 07-01-2003 07-01-2003 13-03-2000 21-02-2000 07-06-2001 31-10-2000
DE 19651074	A	10-06-1998	DE 19651074 A1	10-06-1998
GB 331928	A	14-07-1930	AUCUN	
GR 1003899	B	28-05-2002	GR 1003899 B1 EP 1233235 A2 US 2003027089 A1	28-05-2002 21-08-2002 06-02-2003

BEST AVAILABLE COPY